

CLIPPEDIMAGE= JP02000126878A  
PAT-NO: JP02000126878A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2000126878 A  
TITLE: MANUFACTURE OF METALLIC FOIL WITH RESIN

PUBN-DATE: May 9, 2000

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
KACHI, YOSHIYUKI	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD	N/A

APPL-NO: JP10305073  
APPL-DATE: October 27, 1998

INT-CL\_(IPC): B23K026/00; B26D007/10 ; B32B015/08

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a manufacturing method of a metallic foil with a resin in which the formability is improved by preventing the resin from being scattered in achieving the cutting, and preventing a resin powder from being chipped from a cut end face.

SOLUTION: A face with a resin layer 2 formed thereon of a long metallic foil 1 on one surface of which the resin layer 2 is formed, is irradiated with the laser beam 7, the position of irradiation of the laser beam 7 is moved in one direction in the width direction of the long metallic foil 1 on one surface of which the resin layer 2 is formed, and the resin at the part irradiated with the laser beam 7 is softened. The long metallic foil 1 on one surface of which the resin layer 2 is formed is cut by a blade at the part where the resin is softened.

COPYRIGHT: (C)2000, JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-126878

(P2000-126878A)

(43) 公開日 平成12年5月9日(2000.5.9)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード <sup>*</sup> (参考)
B 2 3 K 26/00		B 2 3 K 26/00	G 3 C 0 2 1
B 2 6 D 7/10		B 2 6 D 7/10	4 E 0 6 8
B 3 2 B 15/08		B 3 2 B 15/08	K 4 F 1 0 0

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平10-305073

(22) 出願日 平成10年10月27日(1998.10.27)

(71) 出願人 000005832

松下電工株式会社

大阪府門真市大字門真1048番地

(72) 発明者 加地 良行

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内

(74) 代理人 100087767

弁理士 西川 恵清 (外1名)

Fターム(参考) 3C021 DA02 DA06 EA04 EA08 FC02

FC03 JA03

4E068 AA03 AH00 AH01 DB14

4F100 AB01B AB33B AK01A AK53

BA02 EH462 EJ082 EJ303

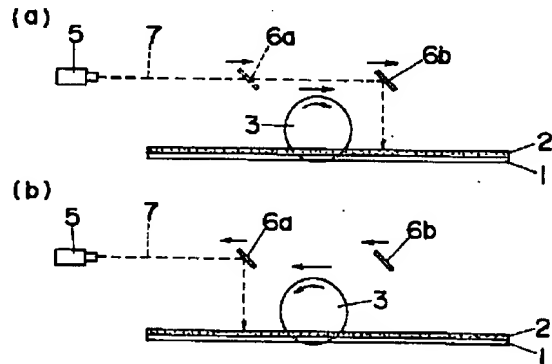
EJ862 GB43 JL01 JL06

(54) 【発明の名称】 樹脂付き金属箔の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 切断加工を施す際における樹脂の飛散を防ぐと共に切断端面からの樹脂粉の欠け落ちを防ぐことによって成形性が向上した樹脂付き金属箔の製造方法を提供する。

【解決手段】 一面に樹脂層2が形成された長尺の金属箔1の、樹脂層2が形成されている面に、レーザー光7を照射すると共にレーザー光7の照射位置を、一面に樹脂層2が形成された長尺の金属箔1の幅方向の一方向に移動させることにより、レーザー光7が照射された部分の樹脂を軟化させる。この樹脂が軟化された部分9において刃物にて一面に樹脂層2が形成された長尺の金属箔1を切断する



1 金属箔  
2 樹脂層  
7 レーザ光

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 一面に樹脂層が形成された金属箔の、樹脂層が形成されている面に、レーザ光を照射すると共にレーザ光の照射位置を移動させることにより、レーザ光が照射された部分の樹脂を軟化させ、この樹脂が軟化された部分において刃物にて一面に樹脂層が形成された金属箔を切断することを特徴とする樹脂付き金属箔の製造方法。

【請求項2】 一面に樹脂層が形成された金属箔の、樹脂層が形成されている面に、熱風を噴射すると共に熱風の噴射位置を移動させることにより、熱風が噴射された部分の樹脂を軟化させ、この樹脂が軟化された部分において刃物にて一面に樹脂層が形成された金属箔を切断し、樹脂層の切断端部にレーザ光を照射することにより樹脂層の切断端部の樹脂を溶融させることを特徴とする樹脂付き金属箔の製造方法。

【請求項3】 一面に樹脂層が形成された金属箔の、樹脂層が形成されている面に、レーザ光を照射すると共にレーザ光の照射位置を移動させることにより、レーザ光が照射された部分の樹脂を軟化させ、この樹脂が軟化された部分において刃物にて一面に樹脂層が形成された金属箔を切断し、樹脂層の切断端部に熱風を噴射することにより樹脂層の切断端部の樹脂を溶融させることを特徴とする樹脂付き金属箔の製造方法。

【請求項4】 一面に樹脂層が形成された金属箔の、樹脂層が形成されている面に、レーザ光を照射すると共にレーザ光の照射位置を移動させることにより、レーザ光が照射された部分の樹脂を軟化させ、この樹脂が軟化された部分において刃物にて一面に樹脂層が形成された金属箔を切断し、樹脂層の切断端部にレーザ光を照射することにより樹脂層の切断端部の樹脂を溶融させることを特徴とする樹脂付き金属箔の製造方法。

【請求項5】 集光されていない状態のレーザ光を樹脂層に照射することを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の樹脂付き金属箔の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、樹脂付き金属箔の製造方法に関し、詳しくは切断加工を施す際における樹脂の飛散を防ぐことにより成形性が向上した樹脂付き金属箔の製造方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】金属箔の一面に樹脂層を形成してなる樹脂付き金属箔は、絶縁樹脂等からなる絶縁層の外面に金属箔等からなる導電層が形成された内層基材の外側に、樹脂付き金属箔の樹脂層が導電層に重なるように積層し、加熱・加圧することにより一体化して、プリント配線板用の積層板を製造するため等に用いられており、このとき樹脂付き金属箔の樹脂層からなる絶縁層の厚みを薄く形成することができるため、プリント配線板の薄型

化を達成するために重要なものとなっている。

【0003】このような樹脂付き金属箔の製造方法としては、例えば、長尺な金属箔1を連続的に送りながらその一面にエポキシ樹脂ワニス等の熱硬化性の樹脂ワニスを塗布した後、加熱乾燥してBステージ状態の樹脂層2を形成し、この一面に樹脂層2が形成された金属箔1を所定寸法になるように切断する方法が挙げられる。ここで一面に樹脂層2が形成された長尺な金属箔1を切断するにあたっては、図6に示すように、長尺な金属箔1の幅方向に回転刃3を移動させながら回転刃3にて長尺な金属箔1を切断する方法が行われていた。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし図6に示すように、回転刃3にて一面に樹脂層2が形成された金属箔1を切断すると、切断の際に樹脂層2から樹脂が飛散し、この飛散した樹脂が樹脂層2上に付着することにより、樹脂層2表面の平滑性が損なわれて成形性が悪化し、またこの樹脂粉が金属箔1の表面に付着すると、導電性不良が発生したり、積層板を作製する際に金属箔1にへこみが生じて、積層板を作製する際の成形性不良が発生するという問題があった。また回転刃3による樹脂層2の粗い切断端面からは、製造後の樹脂付き金属箔を取り扱う過程において、樹脂粉が欠け落ちやすくなるといった問題もあった。

【0005】本発明は上記の点に鑑みてなされたものであり、切断加工を施す際における樹脂の飛散を防ぐと共に切断端面からの樹脂粉の欠け落ちを防ぐことによって成形性が向上した樹脂付き金属箔の製造方法を提供することを目的とするものである。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明の請求項1に記載の樹脂付き金属箔の製造方法は、一面に樹脂層2が形成された金属箔1の、樹脂層2が形成されている面に、レーザ光7を照射すると共にレーザ光7の照射位置を移動させることにより、レーザ光7が照射された部分の樹脂を軟化させ、この樹脂が軟化された部分9において刃物にて一面に樹脂層2が形成された長尺の金属箔1を切断することを特徴とするものである。

【0007】また本発明の請求項2に記載の樹脂付き金属箔の製造方法は、一面に樹脂層2が形成された金属箔1の、樹脂層2が形成されている面に、熱風を噴射すると共に熱風の噴射位置を移動させることにより、熱風が噴射された部分の樹脂を軟化させ、この樹脂が軟化された部分9において刃物にて一面に樹脂層2が形成された金属箔1を切断し、樹脂層2の切断端部にレーザ光7を照射することにより樹脂層2の切断端部の樹脂を溶融させることを特徴とするものである。

【0008】また本発明の請求項3に記載の樹脂付き金属箔の製造方法は、一面に樹脂層2が形成された金属箔1の、樹脂層2が形成されている面に、レーザ光7を照

射すると共にレーザー光7の照射位置を移動させることにより、レーザー光7が照射された部分の樹脂を軟化させ、この樹脂が軟化された部分9において刃物にて一面に樹脂層2が形成された金属箔1を切断し、樹脂層2の切断端部に熱風を噴射することにより樹脂層2の切断端部の樹脂を溶融させることを特徴とするものである。

【0009】また本発明の請求項4に記載の樹脂付き金属箔の製造方法は、一面に樹脂層2が形成された金属箔1の、樹脂層2が形成されている面に、レーザー光7を照射すると共にレーザー光7の照射位置を移動させることにより、レーザー光7が照射された部分の樹脂を軟化させ、この樹脂が軟化された部分9において刃物にて一面に樹脂層2が形成された金属箔1を切断し、樹脂層2の切断端部にレーザー光7を照射することにより樹脂層2の切断端部の樹脂を溶融させることを特徴とするものである。

【0010】また本発明の請求項5に記載の樹脂付き金属箔の製造方法は、請求項1乃至4のいずれかの構成に加えて、集光されていない状態のレーザー光7を樹脂層2に照射することを特徴とするものである。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を説明する。

【0012】金属箔1としては、厚み12～35 $\mu$ mの長尺の銅箔等を使用することができる。この金属箔1には、一面に、ビスフェノールA型エポキシ樹脂とジシアンジアミドとを主成分とするFR-4タイプのエポキシ樹脂ワニス等の熱硬化性樹脂ワニスを塗布するものである。この塗布方法としては、特に限定されないが、例えばこの長尺な金属箔1を連続的に送りながら、樹脂ワニス

【0013】図1に、一面に樹脂層2が形成された長尺な金属箔1の切断方法の一例を示す。図中においては、一面に樹脂層2が形成された長尺な金属箔1は、樹脂層2が上方に配置されると共に、長尺方向に移動自在に配置されている。またこの樹脂層2の上方側方には、レーザー発振装置5が配置されている。このレーザー発振装置5としては、例えばCO<sub>2</sub>レーザー発振装置5を用いることができる。このレーザー発振装置5は、金属箔1が配置されている方向に向けて、レーザー光7を照射するように配置されるものである。また一面に樹脂層2が形成された長尺の金属箔1の上方の、レーザー光7の経路上には、照射されたレーザー光7を垂直下方に全反射する第一の全反射鏡6aが配置されるものである。この第一の全反射鏡

6aは、シリンダ制御等により、一面に樹脂層2が形成された長尺の金属箔1の、長尺方向に、レーザー光7の経路上と、レーザー光7の経路上からはずれる位置との間で移動自在に設けられる。また第一の全反射鏡6aの、レーザー発振装置5の配置位置の反対側には、一面に樹脂層2が形成された長尺な金属箔1を切断するための刃物が配設されるものである。この刃物としては、金属箔1の長尺方向と同一方向の回転軸を有する円盤の外周に刃部を形成した回転刃3を用いることができ、このときその下端が、金属箔1の下面よりも下方に位置するように配置されるものである。またこの回転刃3の、第一の全反射鏡6aの配置位置の反対側には、第一の全反射鏡6aが、レーザー光7の経路上からはずれる位置に配置されている場合に、照射されたレーザー光7を垂直下方に全反射する第二の全反射鏡6bが配設されるものである。またこの回転刃3、第一の全反射鏡6a及び第二の全反射鏡6bは、第一の全反射鏡6aがビーム光7の経路上に配置されている場合には、一面に樹脂層2が形成された長尺な金属箔1の幅方向に一直線状に配置されると共に、金属箔1の幅方向に移動自在に設けられるものである。

【0014】そして金属箔1を切断するにあたっては、まず第二の全反射鏡6bを、一面に樹脂層2が形成された金属箔1の、レーザー発振装置5の配置位置と同じ側の側方に配置する。このとき回転刃3は、一面に樹脂層2が形成された金属箔1の側方において、レーザー発振装置5と第二の全反射鏡6bの間に配置され、第一の全反射鏡6aは、更に側方において、レーザー発振装置5と回転刃3との間に配置され、かつシリンダ制御等により、レーザー光7の経路からはずれる位置に配置される。この状態でレーザー発振装置5からレーザー光7を照射する。このときレーザー光7は第二の全反射鏡6bに照射され、下方に向けて反射される。この状態で、図1(a)に示すように、第一の全反射鏡6a、第二の全反射鏡6b及び回転刃3を、レーザー発振装置5から離れるように一定の同一速度で移動させると共に回転刃3を回転させる。このとき一面に樹脂層2が形成された金属箔1上における、第二の全反射鏡6bにて下方に反射されたレーザー光7の照射位置は、樹脂層2上面を幅方向に横切るように移動し、樹脂層2上の、第二の全反射鏡6bにて下方に反射されたレーザー光7が照射された箇所の樹脂が軟化される。このようにして樹脂層2の樹脂を軟化すると、図5に示すように、長尺な金属箔1の幅方向に亘って樹脂が軟化された部分9が形成される。ここで、本実施形態においては、樹脂の軟化と金属箔1の切断を同時に行うものであるが、図5では、樹脂が軟化された様子のみを概念的に示している。そして回転刃3は、金属箔1の、樹脂層2が軟化された部分9を切断することになり、回転刃3にて金属箔1を切断するにあたって、樹脂層2の樹脂が飛散することがなくなり、従って飛散した樹脂が樹脂層2の上面に付着するようなおそれなく、樹脂層2

の上面の平滑性が損なわれることがなくなって成形性を向上することができる。またレーザ光7により樹脂層2を内部まで軟化させることができ、このようにレーザ光7にて内部まで軟化された部分9を切断することにより、樹脂の飛散を効果的に防止することができるものである。

【0015】このようにして、一面に樹脂層2が形成された金属箔1を幅方向に切断することによって、一面に樹脂層2が形成された長尺な金属箔1から、所定の長さ寸法を有する樹脂付き金属箔を切り出すことができる。そして、このように樹脂付き金属箔を切り出したら、一面に樹脂層2が形成された長尺の金属箔1を、その長尺方向に一定長さ移動させ、また第一の全反射鏡6aを、一面に樹脂層2が形成された長尺の金属箔1の、長尺方向に、シリンダ制御により移動させて、第一の全反射鏡6aをレーザ光7の経路上に配置する。このようにすると、レーザ発振装置5から発射されたレーザ光7は、第一の全反射鏡6aにより、下方に全反射される。この状態で、図1(b)に示すように、第一の全反射鏡6a、第二の全反射鏡6b及び回転刀3を、レーザ発振装置5に近づくように一定の同一速度で移動させると共に回転刀3を回転させる。このとき一面に樹脂層2が形成された金属箔1上における、第一の全反射鏡6aにて下方に反射されたレーザ光7の照射位置は、樹脂層2上面を幅方向に横切るように移動し、樹脂層2上の、第一の全反射鏡6aにて下方に反射されたレーザ光7が照射された箇所の樹脂が軟化される。そして回転刀3は、金属箔1の、樹脂層2が軟化された部分9を切断することになり、回転刀3にて金属箔1を切断するにあたって、樹脂層2の樹脂が飛散することがなくなり、従って飛散した樹脂が樹脂層2の上面に付着するようおそれがなく、樹脂層2の上面の平滑性が損なわれることがなくなって成形性を向上することができ、また飛散した樹脂が金属箔1の表面に付着することを防ぐと共に、この樹脂付き金属箔を多層に積層して積層板を成形する際に、金属箔1にへこみが生じて積層板の成形性が悪化するようなことを防ぐことができるものである。

【0016】このようにして、一面に樹脂層2が形成された金属箔1を幅方向に切断することによって、一面に樹脂層2が形成された長尺な金属箔1から、所定の長さ寸法を有する樹脂付き金属箔を切り出したら、一面に樹脂層2が形成された長尺の金属箔1を、その長尺方向に一定長さ移動させ、また第一の全反射鏡6aを、一面に樹脂層2が形成された長尺の金属箔1の、長尺方向に、シリンダ制御により移動させて、第一の全反射鏡6aをレーザ光7の経路上からはずれる位置に配置する。そして再び図1(a)に示すようにして、一面に樹脂層2が形成された金属箔1の切断を行うことができるものである。従ってこの図1に示す実施の形態においては、回転

刀3を移動させる際の、往路と復路の両方において、一面に樹脂層2を形成した長尺の金属箔1の切断を行うことができるものである。

【0017】ここで樹脂層2における、第一の全反射鏡6aあるいは第二の全反射鏡6bにて下方に反射されたレーザ光7にて樹脂が軟化される部分の幅が狭すぎると、回転刀3をこの樹脂が溶融された部分9に正確に位置合わせすることが困難となり、樹脂が溶融されていない部分を切断してしまって樹脂が飛散するおそれがあり、また集光レンズ等により集光されたレーザ光7を照射すると、樹脂層2に照射されるレーザ光7が強すぎて、樹脂が炭化するおそれがあるため、レーザ発振装置5から出力されるレーザ光7は、集光レンズ等を通さず、集光されていない平行光の状態に樹脂層2に照射するようにして、樹脂層2に照射されるレーザ光7の径が小さくならないようにすると共に、レーザ光7にて樹脂層2が炭化しないようにすることが好ましい。またこのときレーザ光7の光束径は、 $\phi 5 \sim \phi 10 \text{ mm}$ とすることが好ましい。またレーザ発振装置5から照射されるレーザ光7、にて樹脂を軟化させるためには、例えば、第一の全反射鏡6a及び第二の全反射鏡6bの移動速度を $20 \sim 40 \text{ m/min}$ とすると共に、レーザ光7の出力を $10 \sim 30 \text{ W}$ とするものである。

【0018】また、上記の図1に示す第一の全反射鏡を、シリンダ制御等により、一面に樹脂層2が形成された長尺の金属箔1の、長尺方向に、レーザ光7の経路上と、レーザ光7の経路上からはずれる位置との間で移動自在に設ける代わりに、一面に樹脂層2が形成された長尺な金属箔の幅方向と平行な回転軸にて回転自在に設けることもできる。このような場合は、一面に樹脂層2が形成された長尺な金属箔1を切断するにあたっては、まず第二の全反射鏡6bを、一面に樹脂層2が形成された金属箔1の、レーザ発振装置5の配置位置と同じ側の側方に配置する。このとき回転刀3は、一面に樹脂層2が形成された金属箔1の側方において、レーザ発振装置5と第二の全反射鏡6bの間に配置され、第一の全反射鏡6aは、更に側方において、レーザ発振装置5と回転刀3との間に配置され、かつ回転軸を中心に回転させて、レーザ光7の経路と平行になるように配置される。この状態でレーザ発振装置5からレーザ光7を照射する。このときレーザ光7の経路と平行に配置された第一の全反射鏡6aはレーザ光7を反射せず、レーザ光7は第二の全反射鏡6bに照射され、下方に向けて反射される。この状態で、図1(a)に示すように、第一の全反射鏡6a、第二の全反射鏡6b及び回転刀3を、レーザ発振装置5から離れるように一定の同一速度で移動させると共に回転刀3を回転させる。このとき一面に樹脂層2が形成された金属箔1上における、第二の全反射鏡6bにて下方に反射されたレーザ光7の照射位置は、樹脂層2上面を幅方向に横切るように移動し、樹脂層2上の、第二

の全反射鏡6bにて下方に反射されたレーザー光7が照射された箇所の樹脂が軟化される。そして回転刃3は、金属箔1の、樹脂層2が軟化された部分9を切断することになる。

【0019】そして、このように樹脂付き金属箔を切り出した後、一面に樹脂層2が形成された長尺の金属箔1を、その長尺方向に一定長さ移動させ、また第一の全反射鏡6aを、回転軸を中心にして45°回転させ、レーザー光7を下方へ反射できる状態にするの経路上に配置する。この状態で、第一の全反射鏡6a、第二の全反射鏡6b及び回転刃3を、レーザー発振装置5に近づくように一定の同一速度で移動させると共に回転刃3を回転させる。このとき一面に樹脂層2が形成された金属箔1上における、第一の全反射鏡6aにて下方に反射されたレーザー光7の照射位置は、樹脂層2上面を幅方向に横切るように移動し、樹脂層2上の、第一の全反射鏡6aにて下方に反射されたレーザー光7が照射された箇所の樹脂が軟化される。そして回転刃3は、金属箔1の、樹脂層2が軟化された部分9を切断することとなる。

【0020】また、第一の全反射鏡6aと第二の全反射鏡6bの二つの全反射鏡を設ける代わりに、レーザー光7を下方に全反射する全反射鏡6を一つのみ設けることもできる。この場合は、一面に樹脂層2が形成された長尺な金属箔1を切断するにあたっては、まずこの全反射鏡6を、一面に樹脂層2が形成された金属箔1の、レーザー発振装置5の配置位置と同じ側の側方に配置する。この状態でレーザー発振装置5からレーザー光7を照射する。このときレーザー光7は全反射鏡6に照射され、下方に向けて反射される。この状態で、全反射鏡6及び回転刃3を、レーザー発振装置5から離れるように一定の同一速度で移動させると共に回転刃3を回転させる。このとき一面に樹脂層2が形成された金属箔1上における、全反射鏡6にて下方に反射されたレーザー光7の照射位置は、樹脂層2上面を幅方向に横切るように移動し、樹脂層2上の、第二の全反射鏡6bにて下方に反射されたレーザー光7が照射された箇所の樹脂が軟化される。そして回転刃3は、金属箔1の、樹脂層2が軟化された部分9を切断することになる。

【0021】そして、このように樹脂付き金属箔を切り出した後、一面に樹脂層2が形成された長尺の金属箔1を、その長尺方向に一定長さ移動させ、また全反射鏡6を移動させて、レーザー発振装置5と回転刃3との間に配置する。この状態で、全反射鏡6及び回転刃3を、レーザー発振装置5に近づくように一定の同一速度で移動させると共に回転刃3を回転させる。このとき一面に樹脂層2が形成された金属箔1上における、第一の全反射鏡6aにて下方に反射されたレーザー光7の照射位置は、樹脂層2上面を幅方向に横切るように移動し、樹脂層2上の、第一の全反射鏡6aにて下方に反射されたレーザー光7が照射された箇所の樹脂が軟化される。そして回転刃

3は、金属箔1の、樹脂層2が軟化された部分9を切断することとなる。

【0022】図2に、一面に樹脂層2が形成された長尺な金属箔1の切断方法の他例を示す。図中においては、一面に樹脂層2が形成された長尺な金属箔1は、樹脂層2が上方に配置されると共に、長尺方向に移動自在に配置されている。またこの樹脂層2の上方側方には、レーザー発振装置5が配置されている。このレーザー発振装置5としては、例えばCO<sub>2</sub>レーザー発振装置5を用いることができる。このレーザー発振装置5は、金属箔1が配置されている方向に向けて、レーザー光7を照射するように配置されるものである。また一面に樹脂層2が形成された長尺の金属箔1の上方の、レーザー光7の経路上には、レーザー発振装置5から照射されたレーザー光7を垂直下方へ全反射する全反射鏡6が配設されるものである。また全反射鏡6の、レーザー光7の配置位置の反対側には、一面に樹脂層2が形成された長尺な金属箔1を切断するための刃物が配設されるものである。この刃物としては、金属箔1の長尺方向と同一方向の回転軸を有する円盤の外周に刃物を形成した回転刃3を用いることができ、このときその下端が、金属箔1の下面よりも下方に位置するように配置されるものである。またこの回転刃3の、全反射鏡6の配置位置の反対側には、樹脂層2に熱風を噴射する噴射ノズル4が配設されるものである。またこの回転刃3、全反射鏡6及び噴射ノズル4は、一面に樹脂層2が形成された長尺な金属箔1の幅方向に一直線状に配置されると共に、金属箔1の幅方向に移動自在に設けられるものである。

【0023】そして金属箔1を切断するにあたっては、まず噴射ノズル4を、一面に樹脂層2が形成された金属箔1の、レーザー発振装置5の配置位置と同じ側の側方に配置する。このとき回転刃3は、一面に樹脂層2が形成された金属箔1の側方において、レーザー発振装置5と噴射ノズル4の間に配置され、全反射鏡6は、更に側方において、レーザー発振装置5と回転刃3との間に配置される。この状態でレーザー発振装置5からレーザー光7を照射すると共に噴射ノズル4から熱風を噴射する。このときレーザー光7は全反射鏡6によって下方に向けて全反射される。この状態で全反射鏡6、回転刃3及び噴射ノズル4を、レーザー発振装置5から離れるように一定の同一速度で移動させると共に回転刃3を回転させる。このとき一面に樹脂層2が形成された金属箔1上における熱風の噴射位置は、樹脂層2上面を幅方向に横切るように移動し、樹脂層2上の熱風が噴射された箇所の樹脂が軟化される。このようにして樹脂層2の樹脂を軟化すると、図5に示すように、長尺な金属箔1の幅方向に亘って樹脂が軟化された部分9が形成される。ここで、本実施形態においては、樹脂の軟化と金属箔1の切断を同時に行うものであるが、図5では、樹脂が軟化された様子のみを概念的に示している。そして回転刃3は、金属箔1の、

樹脂層2が軟化された部分9を切断することになり、回転刃3にて金属箔1を切断するにあたって、樹脂層2の樹脂が飛散することがなくなり、従って飛散した樹脂が樹脂層2の上面に付着するようなおそれなく、樹脂層2の上面の平滑性が損なわれることがなくなって成形性を向上することができ、また飛散した樹脂が金属箔1の表面に付着することを防いで、金属箔1の導電性が損なわれることを防ぐと共に、この樹脂付き金属箔を多層に積層して積層板を成形する際に、金属箔1にへこみが生じて積層板の成形性が悪化するようなことを防ぐことができるものである。そしてこのようにして切断された、一面に樹脂層2が形成された長尺の金属箔1の切断端部に、レーザー光7が照射されることとなり、このとき樹脂層2の切断端部が溶融される。そのため、樹脂層2の、回転刃3による粗い切断端面が滑らかになり、本発明により製造された樹脂付き金属箔を取り扱う際において、樹脂層2の切断端面から樹脂粉が欠け落ちることを防止することができる。また万一切断時に樹脂が飛散して樹脂層2の切断部付近に付着した場合、このレーザー光7により、飛散した樹脂が溶融されて、樹脂層2と一体化することになり、成形性が悪化することを防止することができる。

【0024】このようにして、一面に樹脂層2が形成された金属箔1を幅方向に切断することによって、一面に樹脂層2が形成された長尺な金属箔1から、所定の長さ寸法を有する樹脂付き金属箔を切り出すことができる。そして、このように樹脂付き金属箔を切り出した後、全反射鏡6、回転刃3及び噴射ノズル4を、元の位置まで移動させた後、一面に樹脂層2が形成された長尺な金属箔1を、その長尺方向に所定長さだけ移動させ、この状態から再び切断加工を行って新たに樹脂付き金属箔を切り出すことができるものである。なお、必要に応じて、この切り出された樹脂付き金属箔、あるいは樹脂付き金属箔を切り出す前の、一面に樹脂層2が形成された長尺な金属箔1を、長さ方向で切断することにより、樹脂付き金属箔を、所定の幅寸法に形成することもできる。

【0025】ここで樹脂層2におけるレーザー光7にて樹脂が溶融される部分の幅が狭すぎると、レーザー光7の照射位置を、樹脂層2の切断端部に合わせることが困難となり、樹脂層2の切断端面を溶融して平滑にすることができなくなるおそれがあり、また集光レンズ等により集光されたレーザー光7を照射すると、樹脂層2に照射されるレーザー光7が強すぎて、樹脂が炭化するおそれがあるため、レーザー発振装置5から出力されるレーザー光7は、集光レンズ等を通さず、集光されていない平行光の状態に樹脂層2に照射するようにして、樹脂層2に照射されるレーザー光7の径が小さくならないようにすると共に、レーザー光7にて樹脂層2が炭化しないようにすることが好ましい。またこのときレーザー光7のビーム径は、φ5～φ10mmとすることが好ましい。また噴射ノズル4

から噴射される熱風にて樹脂を軟化させ、レーザー発振装置5から照射されるレーザー光7にて樹脂を溶融させるためには、例えば、全反射鏡6及び噴射ノズル4の移動速度を20～40m/minとすると共に、熱風の温度を150～600℃とし、またレーザー光7の出力を40～100Wとするものである。

【0026】図3に、一面に樹脂層2が形成された長尺な金属箔1の切断方法の更に他例を示す。図中においては、一面に樹脂層2が形成された長尺な金属箔1は、樹脂層2が上方に配置されると共に、長尺方向に移動自在に配置されている。またこの樹脂層2の上方側方には、レーザー発振装置5が配置されている。このレーザー発振装置5としては、例えばCO<sub>2</sub>レーザー発振装置5を用いることができる。このレーザー発振装置5は、金属箔1が配置されている方向に向けて、レーザー光7を照射するように配置されるものである。また一面に樹脂層2が形成された長尺の金属箔1の上方の、レーザー光7の経路上には、レーザー発振装置5から照射されたレーザー光7を垂直下方へ全反射する全反射鏡6が配設されるものである。また全反射鏡6の、レーザー光7の配置位置の反対側には、一面に樹脂層2が形成された長尺な金属箔1を切断するための刃物が配設されるものである。この刃物としては、金属箔1の長尺方向と同一方向の回転軸を有する円盤の外周に刃部を形成した回転刃3を用いることができ、このときその下端が、金属箔1の下面よりも下方に位置するように配置されるものである。またこの回転刃3の、全反射鏡6の配置位置の反対側には、樹脂層2に熱風を噴射する噴射ノズル4が配設されるものである。またこの回転刃3、全反射鏡6及び噴射ノズル4は、一面に樹脂層2が形成された長尺な金属箔1の幅方向に一直線状に配置されると共に、金属箔1の幅方向に移動自在に設けられるものである。

【0027】そして金属箔1を切断するにあたっては、まず全反射鏡6を、一面に樹脂層2が形成された金属箔1の、レーザー発振装置5の配置位置と反対側の側方に配置する。このとき回転刃3は、一面に樹脂層2が形成された金属箔1の、全反射鏡6よりも更に側方に配置され、噴射ノズル4は、更に側方に配置される。この状態でレーザー発振装置5からレーザー光7を照射すると共に噴射ノズル4から熱風を噴射する。このときレーザー光7は全反射鏡6によって下方に向けて全反射される。この状態で全反射鏡6、回転刃3及び噴射ノズル4をレーザー発振装置5に向けて一定の同一速度で移動させると共に回転刃3を回転させる。このとき一面に樹脂層2が形成された金属箔1上におけるレーザー光7の照射位置は、樹脂層2上面を幅方向に横切るように移動し、樹脂層2上のレーザー光7が照射された箇所の樹脂が軟化される。このようにして樹脂層2の樹脂を軟化すると、図5に示すように、長尺な金属箔1の幅方向に亘って樹脂が軟化された部分9が形成される。ここで、本実施形態において、



は、樹脂の軟化と金属箔1の切断を同時に行うものであるが、図5では、樹脂が軟化された様子のみを概念的に示している。そして回転刃3は、金属箔1の、樹脂層2が軟化された部分9を切断することになり、回転刃3にて金属箔1を切断するにあたって、樹脂層2の樹脂が飛散することがなくなり、従って飛散した樹脂が樹脂層2の上面に付着するようなおそれなく、樹脂層2の上面の平滑性が損なわれることがなくなって成形性を向上することができ、また飛散した樹脂が金属箔1の表面に付着することを防いで、金属箔1の導電性が損なわれることを防ぐと共に、この樹脂付き金属箔を多層に積層して積層板を成形する際に、金属箔1にへこみが生じて積層板の成形性が悪化するようなことを防ぐことができるものである。またレーザ光7により樹脂層2を内部まで軟化させることができ、このようにレーザ光7にて内部まで軟化された部分9を切断することにより、樹脂の飛散を効果的に防止することができるものである。そしてこのようにして切断された、一面に樹脂層2が形成された長尺の金属箔1の切断端部に、噴射ノズル4にて熱風が噴射されることとなり、このとき樹脂層2の切断端部が加熱されることにより溶融される。そのため、樹脂層2の、回転刃3による粗い切断端面が滑らかになり、本発明により製造された樹脂付き金属箔を取り扱う際において、樹脂層2の切断端面から樹脂粉が欠け落ちることを防止することができる。また万一切断時に樹脂が飛散して樹脂層2の切断部付近に付着した場合、この熱風による加熱により、飛散した樹脂が溶融されて、樹脂層2と一体化することになり、成形性が悪化することを防止することができる。

【0028】このようにして、一面に樹脂層2が形成された金属箔1を幅方向に切断することによって、一面に樹脂層2が形成された長尺な金属箔1から、所定の長さ寸法を有する樹脂付き金属箔を切り出すことができる。そして、このように樹脂付き金属箔を切り出したら、全反射鏡6、回転刃3及び噴射ノズル4を、元の位置まで移動させた後、一面に樹脂層2が形成された長尺な金属箔1を、その長尺方向に所定長さだけ移動させ、この状態から再び切断加工を行って新たに樹脂付き金属箔を切り出すことができるものである。なお、必要に応じて、この切り出された樹脂付き金属箔、あるいは樹脂付き金属箔を切り出す前の、一面に樹脂層2が形成された長尺な金属箔1を、長さ方向で切断することにより、樹脂付き金属箔を、所定の幅寸法に形成することもできる。

【0029】ここで樹脂層2における樹脂が軟化された部分9の幅が狭すぎると、回転刃3をこの樹脂が軟化された部分9に正確に位置合わせすることが困難となり、樹脂が溶融されていない部分を切断してしまって樹脂が飛散するおそれがあり、また集光レンズ等により集光されたレーザ光7を照射すると、樹脂層2に照射されるレーザ光7が強すぎて、樹脂が炭化するおそれがあるた

め、レーザ発振装置5から出力されるレーザ光7は、集光レンズ等を通さず、集光されていない平行光の状態では、樹脂層2に照射するようにして、樹脂層2に照射されるレーザ光7の径が小さくならないようにすると共に、レーザ光7にて樹脂層2が炭化しないようにすることが好ましい。またこのときレーザ光7のビーム径は、 $\phi 5 \sim \phi 10 \text{ mm}$ とすることが好ましい。またノズルから噴射される熱風にて樹脂を溶融させ、またレーザ発振装置5から照射されるレーザ光7にて樹脂を軟化させるためには、例えば、全反射鏡6及び噴射ノズル4の移動速度を  $20 \sim 40 \text{ m/min}$  とすると共に、熱風の温度を  $200 \sim 800^\circ\text{C}$  とし、またレーザ光7の出力を  $10 \sim 30 \text{ W}$  とするものである。

【0030】図4に、一面に樹脂層2が形成された長尺な金属箔1の切断方法の更に他例を示す。図中においては、一面に樹脂層2が形成された長尺な金属箔1は、樹脂層2が上方に配置されると共に、長尺方向に移動自在に配置されている。またこの樹脂層2の上方側方には、レーザ発振装置5が配置されている。このレーザ発振装置5としては、例えば  $\text{CO}_2$  レーザ発振装置5を用いることができる。このレーザ発振装置5は、金属箔1が配置されている方向に向けて、レーザ光7を照射するように配置されるものである。また一面に樹脂層2が形成された長尺の金属箔1の上方の、レーザ光7の経路上には、部分反射鏡からなり、照射されたレーザ光7の一部を透過し、他の一部を垂直下方に反射するビームスプリッター8が配設されるものである。またビームスプリッター8の、レーザ発振装置5の反対側配置位置の反対側には、一面に樹脂層2が形成された長尺な金属箔1を切断するための刃物が配設されるものである。この刃物としては、金属箔1の長尺方向と同一方向の回転軸を有する円盤の外周に刃部を形成した回転刃3を用いることができ、このときその下端が、金属箔1の下面よりも下方に位置するように配置されるものである。またこの回転刃3の、ビームスプリッター8の配置位置の反対側には、ビームスプリッター8を透過したビーム光7を垂直下方に全反射する全反射鏡6が配設されるものである。またこの回転刃3、ビームスプリッター8及び全反射鏡6は、一面に樹脂層2が形成された長尺な金属箔1の幅方向に一直線状に配置されると共に、金属箔1の幅方向に移動自在に設けられるものである。

【0031】そして金属箔1を切断するにあたっては、まず全反射鏡6を、一面に樹脂層2が形成された金属箔1の、レーザ発振装置5の配置位置と同じ側の側方に配置する。このとき回転刃3は、一面に樹脂層2が形成された金属箔1の側方において、レーザ発振装置5と全反射鏡6の間に配置され、ビームスプリッター8は、更に側方において、レーザ発振装置5と回転刃3との間に配置される。この状態でレーザ発振装置5からレーザ光7を照射する。このときレーザ光7の一部はビームスプリ



ッター8によって下方に向けて反射され、他の一部はビームスプリッター8を透過した後、全反射鏡6にて下方に向けて全反射される。この状態でビームスプリッター8、回転刃3及び全反射鏡6を、レーザ発振装置5から離れるように一定の同一速度で移動させると共に回転刃3を回転させる。このとき一面に樹脂層2が形成された金属箔1上における、ビームスプリッター8にて下方に反射されたレーザ光7の照射位置は、樹脂層2上面を幅方向に横切るように移動し、樹脂層2上の、ビームスプリッター8にて下方に反射されたレーザ光7が照射された箇所の樹脂が軟化される。このようにして樹脂層2の樹脂を軟化すると、図5に示すように、長尺な金属箔1の幅方向に亘って樹脂が軟化された部分9が形成される。ここで、本実施形態においては、樹脂の軟化と金属箔1の切断を同時に行うものであるが、図5では、樹脂が軟化された様子のみを概念的に示している。そして回転刃3は、金属箔1の、樹脂層2が軟化された部分9を切断することになり、回転刃3にて金属箔1を切断するにあたって、樹脂層2の樹脂が飛散することがなくなり、従って飛散した樹脂が樹脂層2の上面に付着するようなおそれなく、樹脂層2の上面の平滑性が損なわれることがなくなって成形性を向上することができ、また飛散した樹脂が金属箔1の表面に付着することを防いで、金属箔1の導電性が損なわれることを防ぐと共に、この樹脂付き金属箔を多層に積層して積層板を成形する際に、金属箔1にへこみが生じて積層板の成形性が悪化するようなことを防ぐことができるものである。またレーザ光7により樹脂層2を内部まで軟化させることができ、このようにレーザ光7にて内部まで軟化された部分9を切断することにより、樹脂の飛散を効果的に防止することができるものである。そしてこのようにして切断された、一面に樹脂層2が形成された長尺の金属箔1の切断端部に、全反射鏡6にて下方に全反射されたレーザ光7が照射されることとなり、このとき樹脂層2の切断端部が溶融される。そのため、樹脂層2の、回転刃3による粗い切断端面が滑らかになり、本発明により製造された樹脂付き金属箔を取り扱う際において、樹脂層2の切断端面から樹脂粉が欠け落ちることを防止することができる。また万一切断時に樹脂が飛散して樹脂層2の切断部付近に付着した場合、このレーザ光7により、飛散した樹脂が溶融されて、樹脂層2と一体化することになり、成形性が悪化することを防止することができる。

【0032】このようにして、一面に樹脂層2が形成された金属箔1を幅方向に切断することによって、一面に樹脂層2が形成された長尺な金属箔1から、所定の長さ寸法を有する樹脂付き金属箔を切り出すことができる。そして、このように樹脂付き金属箔を切り出した後、全反射鏡6、回転刃3及びビームスプリッター8を、元の位置まで移動させた後、一面に樹脂層2が形成された長尺な金属箔1を、その長尺方向に所定長さだけ移動さ

せ、この状態から再び切断加工を行って新たに樹脂付き金属箔を切り出すことができるものである。なお、必要に応じて、この切り出された樹脂付き金属箔、あるいは樹脂付き金属箔を切り出す前の、一面に樹脂層2が形成された長尺な金属箔1を、長さ方向で切断することにより、樹脂付き金属箔を、所定の幅寸法に形成することもできる。

【0033】ここで樹脂層2における、ビームスプリッター8にて下方に反射されたレーザ光7にて樹脂が軟化される部分の幅が狭すぎると、回転刃3をこの樹脂が軟化された部分9に正確に位置合わせすることが困難となり、樹脂が軟化されていない部分を切断してしまって樹脂が飛散するおそれがあり、また全反射鏡6にて下方に反射されたレーザ光7にて樹脂が溶融される部分の幅が狭すぎると、レーザ光7の照射位置を、樹脂層2の切断端部に合わせることが困難となり、樹脂層2の切断端面を溶融して平滑にすることができなくなるおそれがある。また集光レンズ等により集光されたレーザ光7を照射すると、樹脂層2に照射されるレーザ光7が強すぎて、樹脂が炭化するおそれがある。そのためレーザ発振装置5から出力されるレーザ光7は、集光レンズ等を通さず、集光されていない平行光の状態では樹脂層2に照射するようにして、樹脂層2に照射されるレーザ光7の径が小さくならないようにすると共に、レーザ光7にて樹脂層2が炭化しないようにすることが好ましい。またこのときレーザ光7の光束径は、 $\phi 5 \sim \phi 10 \text{ mm}$ とすることが好ましい。

【0034】またレーザ発振装置5から照射されるレーザ光7にて樹脂を軟化あるいは溶融させるためには、例えば、全反射鏡6及びビームスプリッター8の移動速度を  $20 \sim 40 \text{ m/min}$  とすると共に、レーザ光7の出力を  $10 \sim 100 \text{ W}$  とするものであり、このときビームスプリッター8にて下方に反射され、樹脂層を軟化させるためのレーザ光7の強度よりも、全反射鏡にて下方に反射され、樹脂層の切断端部を溶融させるためのレーザ光7の強度が強くなるように、ビームスプリッター8の、レーザ光7の分割能力を調節することが好ましい。

【0035】

【発明の効果】上記のように本発明の請求項1に記載の樹脂付き金属箔の製造方法は、一面に樹脂層が形成された金属箔の、樹脂層が形成されている面に、レーザ光を照射すると共にレーザ光の照射位置を移動させることにより、レーザ光が照射された部分の樹脂を軟化させ、この樹脂が軟化された部分において刃物にて一面に樹脂層が形成された長尺の金属箔を切断するため、一面に樹脂層が形成された金属箔を切断するにあたって、樹脂層の樹脂が飛散することがなくなり、飛散した樹脂が樹脂層の上面に付着するようなおそれなく、樹脂層の上面の平滑性が損なわれることがなくなって成形性を向上することができ、また飛散した樹脂が金属箔の表面に付着す

ることを防いで、金属箔の導電性が損なわれることを防ぐと共に、この樹脂付き金属箔を多層に積層して積層板を成形する際に、金属箔にへこみが生じて積層板の成形性が悪化するようなことを防ぐことができるものである。

【0036】また本発明の請求項2に記載の樹脂付き金属箔の製造方法は、一面に樹脂層が形成された金属箔の、樹脂層が形成されている面に、熱風を噴射すると共に熱風の噴射位置を移動させることにより、熱風が噴射された部分の樹脂を軟化させ、この樹脂が軟化された部分において刃物にて一面に樹脂層が形成された金属箔を切断し、樹脂層の切断端部にレーザー光を照射することにより樹脂層の切断端部の樹脂を溶融させるため、一面に樹脂層が形成された金属箔を切断するにあたって、樹脂層の樹脂が飛散することがなくなり、飛散した樹脂が樹脂層の上面に付着するようおそれなく、樹脂層の上面の平滑性が損なわれることがなくなつて成形性を向上することができ、また飛散した樹脂が金属箔の表面に付着することを防いで、金属箔の導電性が損なわれることを防ぐと共に、この樹脂付き金属箔を多層に積層して積層板を成形する際に、金属箔にへこみが生じて積層板の成形性が悪化するようなことを防ぐことができるものであり、また樹脂層の切断後、樹脂層の切断端部が溶融されことによって、樹脂層の、刃物による粗い切断端面が滑らかになり、樹脂層の切断端面から樹脂粉が欠け落ちることを防止することができると共に、万一切断時に樹脂が飛散して樹脂層の切断部付近に付着した場合、このレーザー光により、飛散した樹脂が溶融されて、樹脂層と一体化することになり、成形性が悪化することを防止することができるものである。

【0037】また本発明の請求項3に記載の樹脂付き金属箔の製造方法は、一面に樹脂層が形成された金属箔の、樹脂層が形成されている面に、レーザー光を照射すると共にレーザー光の照射位置を移動させることにより、レーザー光が照射された部分の樹脂を軟化させ、この樹脂が軟化された部分において刃物にて一面に樹脂層が形成された金属箔を切断し、樹脂層の切断端部に熱風を噴射することにより樹脂層の切断端部の樹脂を溶融させるため、一面に樹脂層が形成された金属箔を切断するにあたって、樹脂層の樹脂が飛散することがなくなり、飛散した樹脂が樹脂層の上面に付着するようおそれなく、樹脂層の上面の平滑性が損なわれることがなくなつて成形性を向上することができ、また飛散した樹脂が金属箔の表面に付着することを防いで、金属箔の導電性が損なわれることを防ぐと共に、この樹脂付き金属箔を多層に積層して積層板を成形する際に、金属箔にへこみが生じて積層板の成形性が悪化するようなことを防ぐことができるものであり、また樹脂層の切断後、樹脂層の切断端部が溶融されことによって、樹脂層の、刃物による粗い切断端面が滑らかになり、樹脂層の切断端面から樹脂粉

が欠け落ちることを防止することができると共に、万一切断時に樹脂が飛散して樹脂層の切断部付近に付着した場合、このレーザー光により、飛散した樹脂が溶融されて、樹脂層と一体化することになり、成形性が悪化することを防止することができるものである。

【0038】また本発明の請求項4に記載の樹脂付き金属箔の製造方法は、一面に樹脂層が形成された金属箔の、樹脂層が形成されている面に、レーザー光を照射すると共にレーザー光の照射位置を移動させることにより、レーザー光が照射された部分の樹脂を軟化させ、この樹脂が軟化された部分において刃物にて一面に樹脂層が形成された金属箔を切断し、樹脂層の切断端部にレーザー光を照射することにより樹脂層の切断端部の樹脂を溶融させるため、一面に樹脂層が形成された金属箔を切断するにあたって、樹脂層の樹脂が飛散することがなくなり、飛散した樹脂が樹脂層の上面に付着するようおそれなく、樹脂層の上面の平滑性が損なわれることがなくなつて成形性を向上することができ、また飛散した樹脂が金属箔の表面に付着することを防いで、金属箔の導電性が損なわれることを防ぐと共に、この樹脂付き金属箔を多層に積層して積層板を成形する際に、金属箔1にへこみが生じて積層板の成形性が悪化するようなことを防ぐことができるものであり、また樹脂層の切断後、樹脂層の切断端部が溶融されことによって、樹脂層の、刃物による粗い切断面が滑らかになり、樹脂層の切断端面から樹脂粉が欠け落ちることを防止することができると共に、万一切断時に樹脂が飛散して樹脂層の切断部付近に付着した場合、このレーザー光により、飛散した樹脂が溶融されて、樹脂層と一体化することになり、成形性が悪化することを防止することができるものである。

【0039】また本発明の請求項5に記載の樹脂付き金属箔の製造方法は、請求項1乃至4のいずれかの構成に加えて、集光されていない状態のレーザー光を樹脂層に照射するため、樹脂層における樹脂が軟化された部分の幅が狭くなりすぎることを防ぐことができ、刃物をこの樹脂が軟化された部分に容易に位置合わせすることができ、あるいはレーザー光の照射位置を、樹脂層の切断端部に容易に合わせることができるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)、(b)は、本発明の実施の形態の一例の動作を示す概略正面図である。

【図2】本発明の実施の形態の他例を示す概略正面図である。

【図3】本発明の実施の形態の更に他例を示す概略正面図である。

【図4】本発明の実施の形態の更に他例を示す概略正面図である。

【図5】樹脂層の樹脂が溶融された様子を示す概念図である。

【図6】従来例を示す概略正面図である。

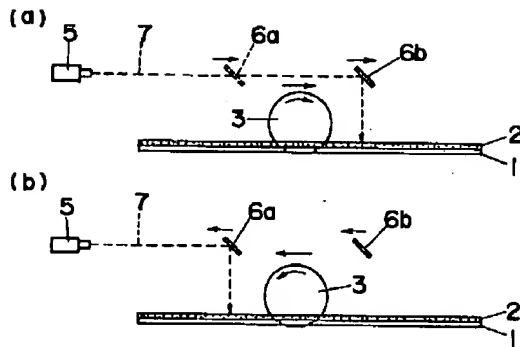
## 【符号の説明】

- 1 金属箔  
2 樹脂層

7 レーザ光

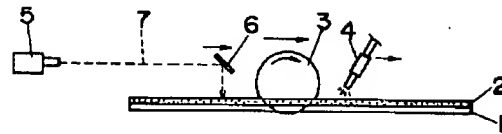
9 軟化された部分

【図1】

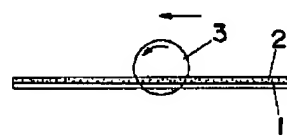


- 1 金属箔  
2 樹脂層  
7 レーザ光

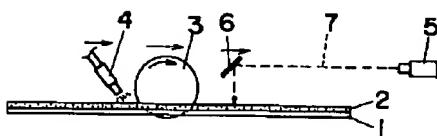
【図2】



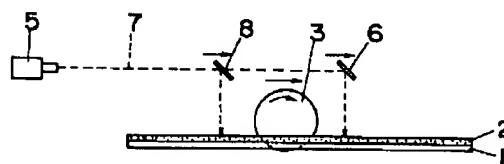
【図6】



【図3】



【図4】



【図5】

